

10/566701

Capteur, dispositif et procédé visant à mesurer la pression d'interface
entre deux corps

Rec'd PCT/PTO 01 FEB 2006

La présente invention concerne les procédés et dispositifs pour mesurer la pression d'interface entre deux corps.

5 La demande de brevet britannique GB 2 199 953 décrit un dispositif de mesure de la pression comportant une cellule constituée d'une enveloppe gonflable ayant deux régions opposées dont les faces extérieures sont destinées à venir au contact respectivement avec les surfaces dont on cherche à mesurer la pression d'interface. Des conducteurs électriques disposés sur les faces intérieures desdites régions peuvent entrer
10 en contact lorsque la pression exercée sur l'enveloppe excède la pression régnant à l'intérieur de celle-ci.

Il existe un besoin pour bénéficier d'un moyen perfectionné permettant de mesurer une pression d'interface, avec un encombrement réduit, de manière fiable et relativement peu coûteuse.

15 L'invention vise notamment à répondre à ce besoin.

Selon l'un de ses aspects, l'invention a pour objet un capteur de pression d'interface entre deux corps, qui peut se caractériser par le fait qu'il comporte au moins deux zones de détection communiquant entre elles, chaque zone de détection étant formée à l'intérieur d'une enveloppe gonflable destinée à s'interposer entre lesdits corps et ayant
20 deux régions opposées dont l'écartement dépend de la pression d'interface entre lesdits corps, chaque zone de détection comportant un détecteur agencé pour délivrer une information liée à l'écartement entre lesdites régions.

Par « zones de détection communiquant entre elles », on désigne des zones de détection reliées entre elles de manière à permettre un équilibre de la pression du fluide remplissant ces zones de détection, le fluide pouvant circuler le cas échéant d'une zone de
25 détection à l'autre.

Grâce à l'invention, il est possible d'utiliser pour gonfler les enveloppes de l'ensemble des zones de détection une seule source de fluide, ce qui peut permettre de gagner en compacité, fiabilité et de réduire le coût, notamment au point de le rendre
30 compatible avec certaines applications dans lesquelles le capteur doit être à usage unique.

En outre, l'invention rend possible la réalisation de capteurs comportant un grand nombre de zones de détection, ce qui offre la possibilité d'utiliser ces capteurs pour des applications très diverses.

Le nombre de zones de détection d'un capteur peut notamment être compris
5 entre 2 et 100, ou plusieurs centaines suivant l'application.

Au moins une enveloppe d'une zone de détection peut être réalisée au moins partiellement dans un matériau élastiquement déformable. L'emploi d'un tel matériau peut permettre plus facilement de faire en sorte que l'enveloppe ne modifie pas de manière sensible la pression d'interface existant entre les deux corps, notamment n'introduit pas
10 outre mesure de contraintes ni de forces de cisaillement.

L'enveloppe d'au moins une zone de détection peut être avantageusement réalisée dans une membrane, notamment en élastomère, de faible épaisseur, notamment ayant une épaisseur inférieure ou égale à 1 mm, notamment inférieure ou égale à 0,5 mm, voire de l'ordre de 0,1 mm, ce qui présente notamment l'avantage de permettre
15 l'adaptation à un grand nombre de corps présentant des géométries variées.

Au moins une zone de détection peut présenter une géométrie choisie de telle sorte que la présence du capteur entre les deux corps ne modifie pas de manière sensible la pression d'interface existant entre eux. Une zone de détection peut par exemple être, en vue de dessus, de forme circulaire, carrée, rectangulaire, ou autre.

Les régions opposées de l'enveloppe peuvent par exemple avoir chacune une étendue inférieure ou égale à 100 cm², voire inférieure ou égale à 10 cm², notamment comprise entre 0,1 cm² et 1 cm².
20

L'étendue d'une des régions opposées de l'enveloppe peut être supérieure à celle de la surface du corps avec laquelle elle vient au contact.

Les zones de détection peuvent être agencées de différentes façons, par exemple linéairement ou selon un réseau bidimensionnel, voire tridimensionnel, en fonction par exemple de la géométrie de la surface du corps contre laquelle elles viennent en appui.
25

Une zone de détection peut comporter au moins une paroi commune avec au moins une zone de détection adjacente, cette paroi commune pouvant comporter au moins
30 un passage permettant aux zones de détection de communiquer entre elles.

La communication entre deux zones de détection adjacentes peut, en variante ou additionnellement, être établie par au moins un conduit extérieur aux zones de détection.

5 Dans une autre variante, aucune partition ne sépare deux zones de détection adjacentes.

Au moins une zone de détection peut comporter un détecteur agencé pour mesurer l'écartement entre les deux régions opposées de l'enveloppe de cette zone de détection, par exemple en délivrant un signal proportionnel à cet écartement.

10 Au moins un détecteur d'au moins une zone de détection peut être choisi dans la liste suivante : détecteur électrique, notamment détecteur électrique de contact ou capacitif, détecteur optique, notamment détecteur à fibres optiques, à diffraction, à focalisation optique, détecteur magnétique, notamment détecteur à induction, à fil linéaire ou à bobine, à effet Hall, détecteur thermique.

15 Un détecteur peut comporter deux éléments disposés respectivement sur chacune des faces intérieures des régions opposées de l'enveloppe de la zone de détection.

Un détecteur de contact électrique peut comporter par exemple au moins deux conducteurs électriques disposés respectivement sur chacune des deux faces intérieures desdites régions opposées de l'enveloppe de la zone de détection. L'information délivrée par un tel détecteur correspond à l'établissement d'un contact électrique entre les
20 conducteurs ou à la rupture de ce contact.

Un détecteur capacitif comporte par exemple deux électrodes disposées sur chacune des faces intérieures des régions opposées de l'enveloppe. L'information délivrée par ce détecteur correspond à la capacitance du condensateur formé par ces électrodes, qui dépend de l'écartement desdites régions. Un tel détecteur peut permettre la mesure de
25 l'écartement entre les régions.

Un détecteur à fibres optiques peut comporter au moins deux fibres optiques disposées par exemple sur les faces intérieures des deux régions opposées de l'enveloppe de la zone de détection. Lorsque les fibres sont alignées selon un même axe c'est-à-dire lorsque les deux régions sont en contact, un faisceau lumineux est transmis, tandis que
30 lorsque les fibres ne sont pas alignées, c'est-à-dire que les régions sont écartées, un faisceau lumineux n'est plus transmis.

Un détecteur à focalisation optique comporte deux fibres optiques et une lentille optique permettant de concentrer le faisceau lumineux, ce qui permet d'obtenir une information relativement précise.

5 Un détecteur à diffraction comporte un émetteur et un récepteur de lumière, et un élément de diffraction situé dans l'espace entre les régions opposées. L'intensité lumineuse reçue par le récepteur est fonction de l'écartement entre les régions.

10 Un détecteur à induction comporte une bobine ou un fil linéaire émetteur d'un champ magnétique variant dans le temps et une bobine ou un fil récepteur de ce champ magnétique, disposés respectivement sur chacune des faces intérieures des régions opposées de l'enveloppe de la zone de détection. L'information délivrée par ce détecteur correspond à la tension électrique induite par l'un des éléments sur l'autre, qui dépend notamment de l'écartement desdites régions.

15 Un détecteur à effet Hall comporte un élément magnétique et une sonde à effet Hall disposés respectivement sur chacune des faces intérieures des régions opposées de l'enveloppe de la zone de détection. Un tel détecteur peut permettre de mesurer l'écartement entre lesdites régions opposées.

20 Un détecteur thermique comporte au moins un élément chaud et un élément de détection sensible à la température. L'information délivrée par ce détecteur peut correspondre à l'établissement ou à la rupture d'un contact thermique entre les deux éléments.

D'autres détecteurs peuvent encore être utilisés sans que l'on sorte du cadre de la présente invention.

25 Le détecteur associé à une zone de détection peut, dans une réalisation particulière, comporter une portion d'un élément qui est commun à plusieurs, voire à toutes les zones de détection, et un élément propre à cette zone de détection. Par exemple, un détecteur de contact électrique associé à une zone de détection peut comporter une portion d'un conducteur électrique qui est commun à plusieurs, voire à toutes les zones de détection, ce conducteur étant par exemple relié à la masse électrique, et un conducteur électrique propre à cette zone de détection.

30 L'information liée à l'écartement entre les régions opposées de l'enveloppe, délivrée par le détecteur d'une zone de détection, peut être analogique ou numérique, par exemple binaire, et indiquer par exemple si les deux régions opposées de l'enveloppe de

cette zone de détection sont sensiblement au contact l'une de l'autre ou non. Dans une première configuration de la zone de détection, les régions opposées de l'enveloppe sont au contact l'une de l'autre, et la pression à l'intérieur de la zone de détection est inférieure à la pression d'interface entre les deux corps à l'emplacement de cette zone de détection.

- 5 Dans une deuxième configuration, les régions opposées de l'enveloppe ne sont pas au contact l'une de l'autre, la pression à l'intérieur de la zone de détection est supérieure à la pression d'interface entre les deux corps à cet emplacement. Au moment où la zone de détection passe d'une configuration à l'autre, la pression à l'intérieur de la zone de détection est sensiblement égale à la pression d'interface entre les deux corps, à
- 10 l'emplacement de cette zone de détection.

Dans le cas d'un détecteur de contact électrique, l'information délivrée peut correspondre à la fermeture ou non de la ligne.

- L'information délivrée par un détecteur est renouvelée chaque fois que le détecteur change d'état. Par exemple, dans le cas du détecteur de contact électrique,
- 15 l'information délivrée est renouvelée chaque fois que le détecteur passe de la configuration où les conducteurs électriques sont en contact, à la configuration où le contact électrique entre les conducteurs électriques est ouvert, les conducteurs électriques étant alors espacés l'un de l'autre.

- Le détecteur d'une zone de détection est de préférence configuré pour
- 20 préserver sensiblement la pression d'interface entre les deux corps et ne pas introduire de contraintes ou de forces de cisaillement perturbant outre mesure le résultat de l'analyse.

- Au moins une zone de détection peut comporter un détecteur comportant un élément, notamment un conducteur électrique, non rectiligne, notamment un conducteur électrique s'étendant en zigzag. En particulier, dans le cas où un élément de détection,
- 25 notamment un conducteur électrique, est commun à toutes les zones de détection, ou à au moins une partie d'entre elles, ce conducteur peut présenter une forme de zigzag, de manière à ne pas introduire outre mesure des forces de cisaillement ou des contraintes, et ainsi ne pas modifier la pression entre les corps.

- La configuration en zigzag d'un conducteur électrique peut en outre permettre
- 30 d'accroître la sensibilité du détecteur lors du rapprochement des régions opposées de l'enveloppe, en permettant plusieurs points de contact entre les deux conducteurs disposés respectivement sur ces régions. Ainsi, la détection du contact entre les conducteurs

électriques pourra avoir lieu dès lors qu'en un de ces points un contact sera établi. Si les régions opposées de l'enveloppe sont partiellement au contact l'une de l'autre, un contact pourra néanmoins être détecté. La zone de contact peut être pourvue d'une pastille conductrice, par exemple d'Ag, d'Au ou de Be, destinée à diminuer sa résistance de contact et à augmenter sa durabilité.

Les conducteurs électriques peuvent être réalisés par exemple par gravure sur un support flexible revêtu d'un métal conducteur.

Le capteur peut comporter une arrivée de fluide commune à toutes les zones de détection du capteur. Ce fluide peut être un gaz, par exemple de l'air, de l'azote, de l'argon ou tout gaz médical neutre biocompatible, ou un liquide, par exemple de l'eau, du sérum physiologique, de l'huile, ou tout fluide neutre biomédical biocompatible.

Le capteur peut aussi comporter au moins une arrivée de fluide extérieure aux zones de détection et desservant extérieurement chacune d'entre elles, de manière à permettre notamment à toutes les zones de détection d'être plus facilement sensiblement à la même pression au même instant.

Le capteur peut être agencé de manière à pouvoir être entièrement stérilisé, notamment en étant porté à une température supérieure ou égale à 130°C. Dans ce cas, l'enveloppe de chaque zone de détection pourra avantageusement être réalisée dans une matière plastique résistant à la chaleur.

Les zones de détection du capteur peuvent être fixées sur un support, par exemple un support en élastomère ou un support en textile extensible, de type tricot notamment.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un dispositif de mesure de pression d'interface entre deux corps, ce dispositif pouvant se caractériser par le fait qu'il comporte un capteur tel que défini plus haut.

Un tel dispositif peut en outre comporter un générateur de pression agencé pour envoyer un fluide sous une pression variable dans le temps dans les zones de détection du capteur. Le dispositif peut être agencé de telle sorte qu'à un instant donné, toutes les zones de détection soient sensiblement à la même pression.

Le générateur de pression peut être agencé de manière à faire varier la pression selon une fonction périodique, continue, notamment sinusoïdale ou une fonction en dents de scie. La pression maximale et la pression minimale peuvent correspondre à la pression

respectivement la plus importante et la plus faible détectées par deux zones de détection parmi l'ensemble des zones de détection. En variante, la pression maximale et la pression minimale peuvent être prédéterminées.

5 Le générateur de pression peut être agencé pour que la pression varie autour d'une valeur moyenne qui correspond sensiblement à la pression d'interface.

En variante, le dispositif de pression peut être agencé pour détecter la dernière séparation des régions opposées d'une zone de détection parmi l'ensemble des zones de détection, et pour commander alors au générateur de pression une diminution de la pression appliquée.

10 Cela permet de réduire la durée d'un cycle. De plus, la pression appliquée n'excède pas la pression nécessaire à la séparation des régions, ce qui permet de ne pas solliciter inutilement la membrane du capteur.

Le dispositif peut comporter un système de traitement d'informations délivrées par le détecteur d'au moins une zone de détection, et de préférence de traitement
15 d'informations délivrées par les détecteurs des zones de détection.

Le système de traitement peut être agencé par exemple pour déterminer, à partir d'une information délivrée par le détecteur d'une zone de détection, la pression d'interface entre les deux corps à un instant donné, à l'emplacement de cette zone de détection.

20 Une information délivrée par un détecteur d'une zone de détection permet au système de traitement de mettre à jour la valeur de pression d'interface à cet instant et à l'emplacement de cette zone de détection.

Cette valeur sera considérée comme étant la valeur de la pression d'interface à l'emplacement de cette zone de détection jusqu'à ce qu'une nouvelle information soit
25 délivrée par ce détecteur, venant à son tour mettre à jour la valeur de la pression d'interface à l'emplacement de cette zone de détection.

Le système de traitement peut encore être agencé pour établir une cartographie des pressions d'interface entre les deux corps à un instant donné. Le système de traitement peut être agencé pour mettre à jour cette cartographie, notamment dès qu'un détecteur
30 change d'état. La mise à jour de la cartographie peut en variante avoir lieu à intervalles de temps prédéfinis, par exemple réguliers, notamment des intervalles de temps compris entre 1 et 2 jours suivant l'application.

Le dispositif peut être agencé pour limiter le débit de gonflage des zones de détection et/ou limiter la quantité de fluide de gonflage des zones de détection, afin d'éviter l'endommagement de ces dernières.

5 Le dispositif peut également être agencé pour détecter une fuite dans une ou plusieurs zones de détection.

Le système de traitement peut être agencé pour détecter au moins un point mou et/ou un point dur.

10 Par « point mou », on entend un emplacement de l'interface où la pression est plus faible, par exemple d'un facteur 2, voire 5 ou 10, voire plus encore par exemple 30, que la pression moyenne exercée entre les corps. A cet emplacement, la pression mesurée par une zone de détection ou un petit nombre de zones de détection entre les deux corps est inférieure aux pressions mesurées par les zones de détection adjacentes, notamment inférieure à un seuil prédéterminé, ce seuil étant par exemple fonction de la pression mesurée par les zones de détection adjacentes. Par exemple, la pression moyenne exercée
15 entre les corps est de 0,03 bar, et la pression en un point mou est de 0,001 bar.

On peut également détecter un point mou en mesurant un écartement plus important entre les régions opposées à l'emplacement d'une zone de détection qu'entre les régions opposées des enveloppes des zones adjacentes.

20 Par « point dur », on entend un emplacement de l'interface où la pression est plus forte, par exemple d'un facteur 2, voire 5 ou 10, voire plus encore, que la pression moyennée exercée entre les corps. A cet emplacement, la pression mesurée par une zone de détection ou un petit nombre de zones de détection entre les deux corps est supérieure aux pressions mesurées par les zones de détection adjacentes, notamment supérieure à un seuil prédéterminé, ce seuil étant par exemple fonction de la pression mesurée par les zones de
25 détection adjacentes. La pression moyenne peut par exemple être de 0,03 bar et la pression en un point dur de 0,4 bar.

On peut également détecter un point dur en mesurant un écartement plus faible entre les régions opposées à l'emplacement d'une zone de détection qu'entre les régions opposées des enveloppes des zones adjacentes.

30 Un point mou ou dur traduit par exemple la présence d'une irrégularité de surface ou la présence d'un organe prédéterminé dans le cas d'une application médicale ou obstétricale notamment.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé pour mesurer la pression d'interface entre deux corps, ce procédé pouvant se caractériser par le fait qu'il comporte les étapes suivantes :

- placer entre deux corps un capteur tel que défini plus haut,
- 5 - envoyer un fluide dans les zones de détection du capteur et faire varier la pression à l'intérieur des zones de détection,
- déterminer la pression d'interface entre les deux corps à un instant donné à l'emplacement d'une zone de détection, à partir de l'information délivrée par le détecteur de la zone de détection.

10 Le procédé peut en outre comporter l'étape consistant à établir une cartographie des pressions d'interface mesurées. Cette cartographie peut être régulièrement mise à jour, par exemple à des intervalles de temps pouvant varier de 1 s à 2 jours.

 Le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre pour mesurer la pression
15 d'interface entre deux surfaces de deux corps mous, ou d'un corps mou et d'un corps dur, ou au sein d'un corps mou, notamment entre deux surfaces d'au moins un corps choisi dans la liste suivante : parties du corps humain ou corps simulant une telle partie, par exemple tête de fœtus, muscles, peau, muqueuses, cavités internes, par exemple intestin, vagin, œsophage ; entre une partie du corps humain et un élément interagissant avec le
20 corps humain, par exemple un siège, fauteuil, matelas, vêtement, intérieur de casque, bas ou tissu de contention ; pour déterminer la dureté d'un textile, d'un matériau de garnissage, d'un élastomère ; pour déterminer l'état, notamment la maturation de produits agro-alimentaires, notamment légumes ou fruits, en déterminant leur dureté.

 L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé de
25 détection d'au moins un point mou, ce procédé pouvant se caractériser par le fait qu'il comporte les étapes suivantes :

- placer entre deux corps un capteur tel que défini plus haut,
- envoyer un fluide dans les zones de détection du capteur et faire varier la pression à l'intérieur des zones de détection,
- 30 - déterminer la pression d'interface entre les deux corps à un instant donné à l'emplacement d'une zone de détection à partir de l'information délivrée par le détecteur de la zone de détection,

- en déduire la présence et l'emplacement d'au moins un point mou.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé de détection d'au moins un point dur, ce procédé pouvant se caractériser par le fait qu'il comporte les étapes suivantes :

- 5 - placer entre deux corps un capteur tel que défini plus haut,
- envoyer un fluide dans les zones de détection du capteur et faire varier la pression à l'intérieur des zones de détection,
- déterminer la pression d'interface entre les deux corps à un instant donné à l'emplacement d'une zone de détection à partir de l'information délivrée par le détecteur
- 10 de la zone de détection,
- en déduire la présence et l'emplacement d'au moins un point dur.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un forceps obstétrical comportant deux cuillers comportant chacune une face intérieure, destinée à venir au contact d'une tête d'un fœtus ou d'un corps simulant une telle tête, et une face

15 extérieure destinée à venir au contact des parois pelviennes ou de corps simulant de telles parois, ce forceps comportant au moins un capteur tel que défini plus haut.

Un forceps équipé d'un tel capteur peut permettre de suivre les pressions exercées sur la tête du fœtus au cours de l'utilisation, et de modifier aussitôt le positionnement du forceps si le capteur détecte un point mou tel qu'un œil, un point dur tel qu'un os ou encore une dissymétrie entre les pressions exercées par les cuillers. Ce forceps

20 peut également servir pour la formation de médecins ou d'étudiants en l'utilisant sur un corps simulant la tête d'un fœtus.

Au moins un capteur peut être disposé sur la face intérieure d'au moins une cuiller du forceps. Au moins un capteur peut être disposé sur la face extérieure d'au moins

25 une cuiller du forceps. Le ou les capteurs disposés sur la ou les cuillers du forceps peuvent comporter une pluralité de zones de détection, par exemple plus de dix zones de détection, par exemple seize voire vingt zones de détection chacun, ces zones de détection étant disposées notamment sur le pourtour de l'une des faces d'au moins une cuiller.

Les cuillers du forceps peuvent être recouvertes d'au moins une enveloppe

30 souple de protection, qui recouvre également les zones de détection du capteur. Cette enveloppe de protection peut être stérile. Elle peut être jetée avant l'utilisation du forceps. L'enveloppe de protection peut en variante recouvrir le ou les capteurs du forceps durant

l'utilisation, l'enveloppe assurant dans ce cas une protection du ou des capteurs tout en permettant une mesure de la pression d'interface grâce à sa souplesse.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, l'utilisation d'un capteur tel que défini plus haut dans l'un des dispositifs suivants : dispositif anti-
5 escarres, matelas, siège, notamment siège de voiture, vêtement, casque, bas ou tissu de contention, dispositif de préhension ou de serrage pour corps mous et/ou de formes irrégulières et/ou de nature fragile, dispositif hydraulique ou pneumatique de soulèvement, ou dans une cavité interne du corps humain, ou pour mesurer le degré de maturité de produits agro-alimentaires, notamment fruits ou légumes.

10 L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en œuvre non limitatifs de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue schématique d'un exemple de dispositif de mesure de pression d'interface réalisé conformément à l'invention,

15

- les figures 2 et 3 représentent des exemples d'évolution de la pression dans les zones de détection en fonction du temps,

- les figures 4 à 9 représentent de manière schématique et partielle des exemples parmi d'autres d'agencements de zones de détection,

20

- la figure 10 représente, de manière schématique et partielle, un exemple d'agencement d'un conducteur électrique sur l'une des régions de l'enveloppe des zones de détection,

- la figure 11 représente, de manière schématique et partielle, un exemple d'agencement d'un conducteur électrique sur l'autre région de l'enveloppe des zones de détection,

25

- la figure 12 représente, en vue de dessus, un exemple de positionnement relatif des conducteurs électriques des figures 10 et 11,

- les figures 13 à 15 sont des vues respectivement analogues aux figures 10 à 12, avec un autre exemple de configuration des conducteurs électriques,

30

- les figures 16 à 18 sont des vues respectivement analogues aux figures 10 à 12, avec un autre exemple encore de configuration des conducteurs électriques,

- la figure 19 illustre la possibilité de prévoir plus d'une arrivée de fluide par zone de détection,

- la figure 20 représente, de manière schématique et partielle, en coupe axiale, un autre exemple de capteur selon l'invention,
- la figure 21 représente, de manière schématique et partielle, en coupe axiale, un autre exemple de capteur selon l'invention,
- 5 - la figure 22 représente de manière schématique, en perspective, un forceps équipé de capteurs conformes à l'invention,
- la figure 23 est une vue schématique d'un exemple de capteur pouvant équiper le forceps de la figure 22,
- la figure 24 représente un exemple de présentation d'informations liées à
10 l'utilisation d'un capteur selon l'invention,
- la figure 25 représente, en coupe axiale schématique et partielle, une assise de siège munie de capteurs selon l'invention et le bassin d'une personne assise dessus,
- la figure 26 représente de manière schématique en coupe les capteurs pouvant équiper l'assise de la figure 25,
- 15 - la figure 27 représente partiellement un des capteurs de la figure 26 en vue de dessus d'un côté,
- la figure 28 représente partiellement le capteur de la figure 26 en vue de dessus de l'autre côté par rapport à celui de la figure 27, et
- la figure 29 représente schématiquement un système de préhension ou de
20 serrage muni de capteurs selon l'invention.

Dispositif de mesure de la pression

On a représenté à la figure 1 un exemple de dispositif de mesure de la pression d'interface 1 entre deux surfaces Sa et Sb qui peuvent être définies par des corps animés
25 ou inanimés, mous, déformables ou durs, de géométrie quelconque.

Le dispositif 1 comporte au moins un capteur 10 permettant la mesure de la pression d'interface, un générateur de pression 20 associé au capteur 10 ainsi qu'un système de traitement 30 de l'information délivrée par le capteur 10.

Dans l'exemple considéré, le générateur de pression 20 et le système de
30 traitement 30 sont reliés à un micro-ordinateur 40 qui permet par exemple de commander le générateur de pression 20 en fonction d'une information reçue du système de traitement 30.

Dans une variante non illustrée, le générateur de pression 20 et le système de traitement 30 sont réalisés de manière à fonctionner de manière autonome, indépendamment de la connexion à un micro-ordinateur.

5 Dans une autre variante encore, le système de traitement 30 et le générateur de pression 20 peuvent être agencés pour échanger des informations entre eux et/ou avec un ordinateur distant ou avec un terminal portable, par l'intermédiaire d'un réseau de téléphonie ou d'une liaison sans fil de courte distance, par exemple de type Bluetooth® ou Wi-Fi®.

10 Le générateur de pression 20 peut par exemple comporter un organe électromécanique tel qu'une pompe à membrane ou une pompe péristaltique. Le fluide emplissant les zones de détection est par exemple un gaz tel que de l'air ou un liquide, de préférence peu visqueux, et par exemple isolant électrique.

15 Le capteur 10 comporte, comme on peut le voir sur la figure 1, deux zones de détection 11 étant formées chacune à l'intérieur d'une enveloppe gonflable 12 laquelle est réalisée, dans l'exemple considéré, dans une fine membrane en élastomère. L'épaisseur de la membrane est par exemple comprise entre 0,1 mm et 1 mm, la membrane étant réalisée par exemple dans du PVC ou du PU.

20 Les enveloppes 12 des zones de détection 11 peuvent être réalisées par exemple par le rapprochement et la soudure ou le collage de deux membranes initialement indépendantes, ou d'une seule membrane pliée et assemblée sur elle-même de manière à former les zones de détection 11.

On peut encore réaliser l'enveloppe d'une zone de détection ou de plusieurs zones de détection par injection/soufflage ou rotomoulage.

25 Les zones de détection peuvent être réalisées de manière indépendante, puis agencées ensemble de manière à les rendre communicantes entre elles, ou être solidaires dès leur fabrication.

30 Chaque enveloppe 12 présente, dans l'exemple considéré, deux régions opposées 12a et 12b ayant des faces extérieures respectives 13a et 13b venant au moins partiellement au contact des surfaces Sa et Sb. Les régions opposées 12a et 12b présentent également des faces intérieures respectives 14a et 14b sur lesquelles sont disposés au moins deux éléments constitutifs 15a et 15b d'un détecteur 15 propre à délivrer au système de traitement 30 une information liée à l'écartement entre les régions opposées 12a et 12b.

Ces éléments 15a et 15b comportent, dans l'exemple illustré, des conducteurs électriques pouvant venir au contact l'un de l'autre afin de fermer un circuit électrique entre deux lignes respectives 16a et 16b reliées au système de traitement 30.

5 Dans l'exemple considéré, les conducteurs électriques 15b des deux zones de détection 11 sont reliés électriquement en série et la ligne électrique 16b est ainsi commune à l'ensemble des détecteurs 15, étant par exemple reliée à la masse électrique. Le système de traitement 30 reçoit les deux lignes électriques 16a isolées électriquement et reliées respectivement aux éléments 15a des zones de détection 11. Le nombre de lignes 16a est de préférence égal au nombre de zones de détection 11 du capteur 10.

10 Les conducteurs électriques 15a et 15b peuvent être réalisés par gravure d'un métal sur un support flexible, notamment par gravure de nickel sur du polyimide. Les conducteurs peuvent être rapportés et fixés sur les régions opposées 12a et 12b de l'enveloppe par collage, soudage ou fixation mécanique, ou autrement encore.

15 Les conducteurs électriques peuvent être également réalisés par impression directement sur la membrane de l'enveloppe, ou encore par bi-injection de matière avec l'enveloppe.

20 Le détecteur associé à chaque zone de détection peut ne pas comporter de conducteurs électriques destinés à venir au contact l'un de l'autre, sans que l'on sorte du cadre de la présente invention. Dans une variante non illustrée, au moins une zone de détection 11 peut comporter par exemple un détecteur capacitif, agencé pour mesurer l'écartement entre les régions 12, ou un détecteur inductif optique ou thermique.

25 Comme on peut le voir sur la figure 1, le capteur 10 comporte par ailleurs une ouverture 17 réalisée dans l'enveloppe d'une zone de détection 11, de façon à permettre à l'intérieur de la zone de détection correspondante de communiquer, par l'intermédiaire d'un conduit 21, avec le générateur de pression 20. Dans l'exemple illustré, les deux zones de détection 11 communiquent intérieurement l'une avec l'autre par un passage 18, ce qui permet un équilibrage des pressions des zones de détection 11.

Le conduit 21 peut être réalisé d'un seul tenant avec l'enveloppe 12 par exemple.

30 On peut voir, sur la figure 4, que les zones de détection 11 peuvent présenter chacune, lorsqu'observées selon une direction parallèle à la direction de rapprochement

des éléments constitutifs 15a et 15b des détecteurs, c'est-à-dire en vue de dessus, un contour sensiblement circulaire.

Le générateur 20 est agencé de manière à agir sur la pression du fluide à l'intérieur du conduit 21. Le générateur 20 peut être agencé pour faire évoluer la pression en dents de scie par exemple, avec un profil triangulaire symétrique comme illustré à la figure 2 ou dissymétrique comme représenté à la figure 3. La pression pourrait encore varier différemment, par exemple de manière sinusoïdale ou autre. La pression peut varier par exemple avec une période comprise entre 0,5 et 1 heure. La période de la fonction de variation de la pression est par exemple très supérieure à la constante de temps d'équilibrage de la pression dans les zones de détection.

En fonction de la pression régnant à l'intérieur des zones de détection 11, celles-ci opposent une force plus ou moins grande à l'écrasement sous l'effet de la pression d'interface entre les surfaces Sa et Sb.

Lorsque la pression régnant à l'intérieur des zones de détection devient inférieure à une valeur prédéterminée, les conducteurs électriques 15a et 15b d'une zone de détection 11 au moins peuvent établir un contact électrique entre eux, un tel contact pouvant être détecté par le système de traitement 30. Au moment où le contact s'établit, cela signifie que la pression régnant dans la zone de détection devient inférieure à la pression à l'interface, localement. Quand le contact s'ouvre, cela signifie que la pression régnant dans la zone de détection devient supérieure à la pression d'interface à l'emplacement de la zone de détection correspondante.

La pression minimale P_{\min} et la pression maximale P_{\max} de balayage appliquées peuvent être prédéterminées et avoir par exemple des valeurs respectives comprises entre 0,001 et 0,05 bar pour des tissus vivants (respectivement plus et moins pour d'autres applications).

En variante, la pression minimale peut être déterminée par la dernière zone de détection du capteur dont le détecteur change d'état, alors que les détecteurs de toutes les autres zones de détection ont déjà délivré cette information pendant la diminution de pression depuis la pression maximale.

La pression maximale peut être, de même, déterminée par la dernière zone de détection du capteur dont le changement d'état du détecteur correspond à la rupture du contact entre les régions opposées de l'enveloppe, alors que les détecteurs de toutes les

autres zones de détection ont déjà délivré cette information pendant l'augmentation de pression depuis la pression minimale.

A chaque période, la pression maximale et la pression minimale peuvent donc varier et ne pas être déterminées par les mêmes zones de détection.

5 Le générateur de pression 20 est agencé pour limiter le débit de gonflage des zones de détection et le degré de gonflage des zones de détection, afin notamment de limiter les risques d'endommagement d'une zone de détection. Le volume de gonflage d'une zone de détection est par exemple inférieur ou égal à 1 mm^3 .

10 Pour limiter le débit de gonflage, le dispositif 1 comporte dans l'exemple illustré un débitmètre relié à une électrovanne qui interrompt le flux pour un débit supérieur à une valeur prédéterminée très supérieure à la valeur d'utilisation. .

Pour limiter le degré de gonflage des zones de détection, le dispositif 1 comporte dans l'exemple illustré un compteur volumétrique qui envoie une information au générateur de pression 20 concernant le volume de fluide envoyé dans les zones de
15 détection.

Une soupape de sécurité non représentée peut être le cas échéant reliée au conduit 21 pour permettre un échappement de fluide en cas de surpression.

20 Le débitmètre et le compteur volumétrique sont intégrés dans le générateur de pression 20 dans l'exemple illustré, et non représentés sur le dessin, mais pourraient en variante être indépendants ou logés dans d'autres composants du dispositif 1.

Le système de traitement 30 est agencé pour recueillir et traiter les informations délivrées par les détecteurs 15 des zones de détection 11 du capteur 10 et déterminer pour chaque zone de détection 11 la pression d'interface à l'emplacement de cette zone de détection, à un instant donné.

25 Le changement d'état du détecteur d'une zone de détection 11 donne une information sur la valeur de la pression d'interface à l'emplacement de cette zone de détection. Cela peut permettre l'établissement en temps réel par le système de traitement 30 d'une cartographie des pressions d'interface.

30 Le système de traitement 30 peut également être agencé pour détecter des points mous ou des points durs en comparant par exemple la valeur de la pression mesurée pour chaque zone de détection avec les valeurs des pressions mesurées par les zones de détection adjacentes.

Le dispositif 1 est en outre avantageusement agencé pour détecter la dégradation d'une zone de détection, notamment une fuite dans une zone de détection. Par exemple, le générateur de pression 20 peut, avant de disposer le capteur 10 entre les surfaces Sa et Sb, gonfler les zones de détection à une pression prédéterminée et détecter une variation de pression éventuellement. Si la pression diminue, cela peut signifier qu'une zone de détection au moins souffre d'une fuite de fluide.

Dans l'exemple illustré à la figure 1, le passage 18 qui permet aux zones de détection 11 de communiquer se situe au niveau d'une zone d'assemblage des enveloppes 12 des zones de détection 11, mais les zones de détection 11 peuvent être agencées autrement encore sans que l'on sorte du cadre de la présente invention.

Par exemple, les enveloppes 12 des zones de détection 11 peuvent être réalisées d'un seul tenant, avec par exemple des lignes ou points de soudure délimitant les zones de détection 11, ces lignes ou points de soudure contribuant également, le cas échéant, au maintien des éléments constitutifs des détecteurs 15 sur les enveloppes.

Variantes d'agencement des zones de détection

On a représenté sur les figures 5 à 9 divers exemples, parmi d'autres, d'agencements possibles pour les zones de détection.

Sur ces figures, les éléments constitutifs des détecteurs n'ont pas été représentés, dans un souci de clarté du dessin.

Deux zones de détection peuvent communiquer par un passage 18 constitué par une portion de conduit, comme on peut le voir sur la figure 5.

Les zones de détection 11 peuvent présenter, lorsqu'observées en vue de dessus, une forme polygonale, par exemple rectangulaire comme illustré à la figure 6. Le passage 18 par lequel les zones de détection communiquent peut alors être délimité par des lignes de soudure 19 réunissant des régions opposées des enveloppes. Le passage 18 peut être unique ou fractionné comme on peut le voir sur la figure 7.

On a représenté à la figure 8 un agencement des zones de détection 11 en réseau bidimensionnel, ces dernières communiquant entre elles dans au moins deux directions par exemple par des passages 18 formés entre des lignes ou points de soudure.

On a représenté à la figure 9 un autre agencement possible des zones de détection 11, dans lequel celles-ci communiquent par des passages 18 constitués par des

portions de conduit, ces conduits pouvant être réalisés d'un seul tenant avec la paroi des enveloppes des zones de détection le cas échéant.

Les zones de détection peuvent être agencées entre elles de manière à s'adapter à la forme des corps dont on souhaite mesurer une pression d'interface. Elles
5 peuvent notamment être agencées selon un réseau tridimensionnel.

Variantes de réalisation des conducteurs électriques

On va maintenant décrire, en se référant aux figures 10 à 18, différentes formes possibles parmi d'autres, de réalisation des conducteurs électriques.

Les conducteurs 15a fixés sur l'une des régions des zones de détection 11
10 peuvent par exemple se présenter, comme illustré à la figure 10, sous la forme de deux bandes conductrices rectilignes. Ces conducteurs peuvent être orientés transversalement à un axe longitudinal du capteur.

Les conducteurs 15b, lesquels peuvent être reliés électriquement en série entre eux comme indiqué précédemment, peuvent se présenter par exemple sous la forme d'une
15 bande conductrice s'étendant suivant un trajet non rectiligne, notamment en formant un zigzag, comme on peut le voir sur la figure 11.

Les conducteurs 15a sont disposés de manière à venir intersecter les conducteurs 15b lorsque les régions opposées des zones de détection sont appliquées l'une contre l'autre, comme illustré à la figure 12.

On peut donner aux conducteurs 15a et 15b encore d'autres formes, par
20 exemple une forme en serpentín comme illustré sur les figures 13 et 14, ce qui permet d'avoir une vaste zone de contact. Les conducteurs 15a peuvent aussi être similaires à ceux de la figure 11 et le conducteur 15b s'étendre en dents de scie, comme illustré sur les figures 16 à 18.

Arrivées de fluide multiples

Au moins une zone de détection peut comporter, comme illustré sur la figure 19, plus d'une arrivée de fluide. On voit sur la figure 19 qu'un deuxième conduit 21' relié au générateur de pression 20 peut desservir chacune des zones de détection 11. Ce conduit 21' peut se raccorder directement au générateur de pression 20 ou en variante au conduit
30 21. Le conduit 21' peut permettre de maintenir plus facilement les zones de détection 11 sensiblement à la même pression à un instant donné, notamment si le passage 18 est momentanément obturé, par exemple par la venue en contact des régions opposées de

quelques zones de détection sous l'effet de la pression exercée entre les surfaces Sa et Sb. Dans ce cas, la zone de détection 11 la plus éloignée du générateur de pression 20 peut conserver une pression déterminée, grâce à la présence du conduit 21'.

Variantes de réalisation des enveloppes

5 Les enveloppes 12 des zones de détection 11 du capteur 10 peuvent être réalisées de différentes manières.

Une enveloppe 12 peut être entièrement souple ou partiellement souple. Elle peut notamment comporter une partie qui est confondue avec la surface de l'un des corps dont on cherche à mesurer la pression d'interface avec un autre corps, comme illustré sur 10 la figure 20. Dans cet exemple, la surface Sb constitue pour chaque zone de détection 11 la région 12b de l'enveloppe 12, tandis que la région 12a est constituée par une membrane souple qui vient au contact avec la surface Sa. Cette membrane est par exemple soudée ou collée par endroits sur la surface Sb de manière à former les zone de détections 11 et les passages 18 entre les zone de détections. Dans ce cas, le capteur 10 est solidaire du corps 15 définissant la surface Sb. Le conduit 21 est également réalisé avec la surface Sb dans l'exemple illustré.

Les détecteurs des zones de détection n'ont pas été représentés sur cette figure dans un souci de clarté du dessin.

Les termes « enveloppe » et « zones de détection » ne doivent pas être 20 interprétés de manière limitative. Ainsi, une enveloppe peut être commune à plusieurs zones de détection, qui conservent cependant chacune un détecteur propre. Deux zones de détections adjacentes 11 peuvent ne comporter aucune partition entre elles comme illustré sur la figure 21. Deux zones de détections adjacentes 11 peuvent aussi comporter une partition et former des cellules.

25 On peut utiliser un capteur réalisé conformément à l'invention dans de nombreuses applications, notamment dans le domaine obstétrical ou médical.

Exemple d'application à un forceps

A titre d'exemple, on a représenté à la figure 22 un forceps 50 comportant deux cuillers 51 et 52, présentant chacune une face intérieure 53 et une face extérieure 54.

30 Dans l'exemple illustré, le forceps 50 comporte deux capteurs 10, non représentés sur la figure 22 dans un souci de clarté du dessin, disposés respectivement sur chacune des faces intérieures 53 des cuillers 51 et 52. Chaque capteur 10 comporte une

pluralité de zones de détection disposées sur le pourtour de la face correspondante comme on peut le voir sur la figure 23. Le nombre de zones de détection 11 par exemple est dans l'exemple illustré compris entre dix et vingt, étant par exemple de seize.

Un avantage de disposer d'au moins un capteur réalisé conformément à l'invention sur un forceps est de permettre de mesurer les pressions exercées sur la tête du fœtus par les cuillers du forceps, de détecter un point mou que peut constituer un œil, ou un point dur que peut constituer un os.

Lorsque des capteurs sont présents sur les faces intérieures 53 des deux cuillers 51 et 52, on peut en outre avantageusement contrôler la symétrie des pressions exercées sur la tête du fœtus, de manière à éviter une pression excessive d'un côté de la tête.

Une enveloppe souple de protection, représentée en traits discontinus sur la figure 23, peut recouvrir les cuillers et le ou les capteurs avant et pendant l'utilisation. Cette enveloppe est avantageusement stérilisable avec le capteur, et peut notamment être portée à une température supérieure ou égale à 130 °C.

Le micro-ordinateur 40 de l'exemple de la figure 1 peut, dans le cas de l'utilisation de capteurs de pression d'interface sur un forceps 50, être agencé pour permettre à la personne manipulant les forceps de visualiser la cartographie des pressions exercées.

On a représenté à la figure 24 un exemple d'écran que peut observer l'obstétricien lors de l'utilisation du forceps 50.

Sur cette figure, on peut voir un schéma de la tête du fœtus F, les cuillers 51 et 52 du forceps sur les faces internes 53 desquelles sont disposés les capteurs 10. Ces derniers sont représentés d'une couleur différente (non visible sur la figure) selon que les conducteurs électriques correspondants sont en contact ou non. Dans une variante non illustrée, cette indication est différente d'une couleur et comporte par exemple un chiffre ou un histogramme ou autre.

La pression des zones de détection varie en dents de scie avec par exemple une amplitude de 0,2 bars. Les profils droite F_D et gauche F_G de la tête du fœtus peuvent permettre d'illustrer les pressions auxquelles est soumise chaque partie de la tête du fœtus F.

Application à la prévention d'escarre en position assise

Un autre exemple d'application a été représenté à titre illustratif sur les figures 25 à 28.

Il s'agit dans cet exemple de la mesure de la pression d'interface entre l'assise d'un siège S et les fesses, notamment les ischions I, d'un patient dont le bassin est représenté schématiquement sur la figure 25. Le siège comporte au moins un capteur, tel que décrit plus haut, notamment deux dans l'exemple illustré.

Les deux capteurs 10 de pression d'interface sont disposés sur l'assise du siège S sous les ischions I, à l'endroit où la pression d'interface est particulièrement élevée, pouvant atteindre 300 mmHg.

Comme on peut le voir sur la figure 26, l'arrivée de fluide, notamment d'air selon la flèche est commune aux deux capteurs 10 dans l'exemple illustré, mais on ne sort pas du cadre de l'invention si chaque capteur a une arrivée de fluide qui lui est propre.

Chaque capteur comporte une pluralité de zones de détection 11, par exemple au nombre de 32 et disposées selon les intersections d'une grille dans l'exemple illustré, ce qui permet de faciliter le traitement de données. Les zones de détection 11 sont regroupées par deux ou trois à l'intérieur d'une partie de l'enveloppe du capteur ayant sensiblement la forme allongée d'un doigt de gant. Les parties de forme allongée de l'enveloppe de gant sont en deux rangées se faisant face.

La distance entre les deux capteurs 10 peut être d'environ 2 cm, le diamètre d'un capteur d'environ 14 cm et la section transversale d'une partie en forme de doigt de gant d'environ 1 cm². La forme allongée des parties en doigt de gant de l'enveloppe 12 permet à la membrane du capteur de résister à une pression interne élevée sans risque de rupture. La présence de douze parties de forme allongée améliore la résistance totale de la membrane du capteur.

~~L'enveloppe 12 des zones de détection comporte deux régions opposées 12a et 12b respectivement représentées sur les figures 27 et 28.~~

Sur la région 12a représentée sur la figure 27, chaque zone de détection 11 comporte un élément 15a d'un détecteur 15 constitué dans l'exemple illustré par un conducteur électrique. Chaque élément 15a d'une zone de détection 11 est relié par une ligne électrique indépendante 16a au système de traitement 30 non représenté sur la figure. Les lignes 16a sont isolées électriquement. Sur la figure 27, seules certaines lignes 16a ont

été représentées dans un souci de clarté, mais tous les éléments 15a sont reliés par des lignes 16a au système de traitement. Les huit lignes 16a représentées forment un bus

Sur la figure 28, on a représenté partiellement la région opposée 12b. Chaque zone de détection 11 comporte un élément 15b d'un détecteur 15. Les éléments 15b, également des conducteurs électriques dans l'exemple illustré, sont tous reliés électriquement et la ligne électrique 16b est ainsi commune à l'ensemble des détecteurs 15, étant par exemple reliée à la masse électrique.

Les lignes 16a et 16b présentent des ondulations dans l'exemple illustré, ce qui donne aux lignes une élasticité dans toutes les dimensions et diminue le risque de rupture des éléments 15a et 15b et des lignes 16a et 16b.

En fonctionnement, le générateur de pression 20 effectue un balayage de pression entre une pression minimale et une pression maximale.

L'état des contacts entre les régions est affiché, en temps réel par exemple, sur un écran d'ordinateur non représenté.

Grâce aux capteurs disposés sur l'assise du siège, on peut prévenir la formation d'escarre, qui est une pathologie consécutive à une pression d'appui des tissus vivants trop élevée, notamment supérieure à la pression de perfusion des capillaires qui est de 32 mmHg et prolongée dans le temps.

La détection de fortes pressions prolongées peut déclencher une alerte auprès de l'entourage, notamment du personnel soignant qui prendra les dispositions nécessaires en modifiant les points d'appui ou en changeant le support anti-escarre choisi.

Un tel dispositif peut être destiné aux personnes à mobilité réduite, aux personnes âgées, aux handicapés chroniques et accidentels, tels que les tétraplégiques et les paraplégiques, aux grands brûlés et aux patients en longue hospitalisation.

On ne sort pas du cadre de la présente invention si le siège est remplacé par un matelas sur lequel le patient est allongé.

Exemple d'application à un organe de préhension ou de serrage

Un autre exemple d'utilisation d'un capteur selon l'invention a été représenté sur la figure 29.

Il s'agit d'un dispositif de serrage ou de préhension R, comportant au moins formant une pince sous forme d'une main artificielle, muni d'au moins un, notamment d'une pluralité de capteurs 10.

Un tel dispositif peut servir dans le domaine de la robotique avec le développement des interfaces haptiques, destinées par exemple à l'aide aux gestes médicaux pendant les opérations chirurgicales.

Autres exemples d'application

L'utilisation d'un capteur réalisé conformément à l'invention peut avoir divers objectifs.

Un capteur peut par exemple être utilisé chez un être vivant, en particulier dans le corps humain, pour mesurer la pression, dans les tissus vivants, à l'interface entre deux surfaces molles ou entre une surface molle et un corps dur ou encore la pression au sein d'une substance molle ou déformable, par exemple dans les cavités internes, notamment l'intestin, le vagin, l'œsophage.

Un capteur peut encore être utilisé dans la mesure de pressions appliquées au corps humain par les vêtements, les sièges, les casques pour l'étude du confort, les bas et tissus de contention pour la prévention des phlébites par exemple.

Un capteur peut encore être utilisé dans les mesures relatives aux produits alimentaires, par exemple pour tester leur état de maturation, par exemple celui d'un fruit, en fonction de sa dureté.

Un capteur peut être utilisé pour caractériser les pressions et les répartitions de pression dans des dispositifs de préhension ou de serrage.

Un capteur peut être utilisé pour contrôler la pression d'interface dans les matelas ou sièges, ou pour tester l'efficacité d'un dispositif anti-escarres, d'un matelas par exemple. On peut notamment contrôler la propagation de la pression importante pour un massage et un drainage de micro-circulation sanguine et lymphatique. On peut notamment prévenir l'escarre.

Un capteur peut permettre de contrôler l'homogénéité d'un dispositif hydraulique et pneumatique de soulèvement.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un matelas comportant un capteur réalisé conformément à l'invention.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un siège, par exemple un siège de voiture ou un fauteuil, comportant au moins un capteur tel que défini plus haut.

5 L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un dispositif anti-escarres comportant un capteur réalisé conformément à l'invention.

Un dispositif « anti-escarres » est un matelas, un siège ou un vêtement par exemple, rempli d'un fluide, par exemple de l'eau ou un gel, ou présentant une forme ergonomique.

10 L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un vêtement, notamment un vêtement intelligent ou un casque, comportant un capteur réalisé conformément à l'invention.

Par « vêtement intelligent », on entend un vêtement pourvu d'au moins un capteur, par exemple un capteur de température, et/ou de fréquence cardiaque, et/ou de fréquence respiratoire, et/ou un capteur de position, parmi d'autres. Un vêtement
15 intelligent peut être utile pour suivre l'évolution d'un ou de plusieurs paramètres biologiques et/ou physiques de celui qui le porte.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un bas ou tissu de contention comportant un capteur réalisé conformément à l'invention.

20 L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un dispositif de préhension ou de serrage pour corps mous et/ou de formes irrégulières et/ou de nature fragile comportant un capteur réalisé conformément à l'invention.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un dispositif hydraulique ou pneumatique de soulèvement comportant un capteur réalisé conformément à l'invention.

25 Dans toute la description, y compris les revendications, l'expression « comportant un » doit être comprise comme étant synonyme de « comportant au moins un », sauf si le contraire est spécifié.

REVENDICATIONS

1. Capteur (10) de pression d'interface entre deux corps, comportant au moins deux zones de détection (11) communiquant entre elles, chaque zone de détection étant formée à l'intérieur d'une enveloppe (12) gonflable destinée à s'interposer entre lesdits corps et ayant deux régions opposées dont l'écartement dépend de la pression d'interface entre lesdits corps, chaque zone de détection comportant un détecteur (15a, 15b) agencé pour délivrer une information liée à l'écartement entre les régions opposées (12a, 12b).

2. Capteur selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que le nombre de zones de détection (11) est supérieur à 2, notamment est compris entre 2 et 100.

3. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins une enveloppe (12) d'une zone de détection (11) est réalisée au moins partiellement dans un matériau élastiquement déformable.

4. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les zones de détection (11) sont agencées selon un réseau bidimensionnel.

5. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins une zone de détection (11) comporte un détecteur agencé pour mesurer l'écartement entre les deux régions opposées de l'enveloppe de la zone de détection (11).

6. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte un détecteur (15) choisi dans la liste suivante : détecteur électrique, notamment détecteur électrique de contact ou capacitif, détecteur optique, notamment détecteur à fibres optiques, à diffraction, à focalisation optique, détecteur magnétique, notamment détecteur à induction, à fil linéaire ou à bobine, à effet Hall, détecteur thermique.

7. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le détecteur (15) associé à une zone de détection (11) comporte une portion d'un élément (15b) qui est commun à plusieurs, voire à toutes les zones de détection, et un élément propre (15a) à cette zone de détection, notamment une portion d'un conducteur électrique (15b) qui est commun à plusieurs, voire à toutes les zones de

détection, de préférence relié à la masse électrique, et un conducteur électrique (15a) propre à cette zone de détection.

5 8. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'information liée à l'écartement entre les régions (12a, 12b) de l'enveloppe (12) est binaire.

9. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le détecteur comporte au moins deux éléments (15a, 15b) disposés respectivement sur chacune des faces intérieures (14a, 14b) des régions (12a, 12b) opposées de l'enveloppe (12), notamment deux conducteurs électriques réalisés par gravure sur un support revêtu d'un métal conducteur, notamment du polyimide revêtu de nickel.

10. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins une zone de détection (11) comporte un conducteur électrique (15b) non rectiligne, notamment un conducteur électrique s'étendant en zigzag.

15 11. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte une arrivée de fluide (21) commune à toutes les zones de détection (11) du capteur.

20 12. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une arrivée de fluide (21') extérieure aux zones de détection (11) et desservant extérieurement chacune d'entre elles.

25 13. Dispositif de mesure de pression d'interface entre deux corps (Sa, Sb), caractérisé par le fait qu'il comporte un capteur (10) tel que défini dans l'une quelconque des revendications précédentes et un générateur de pression (20) agencé pour envoyer un fluide dans les zones de détection (11) du capteur (10), sous une pression variable dans le temps.

14. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que le générateur de pression (20) est agencé de manière à faire varier la pression selon une fonction périodique, continue, notamment en suivant une fonction sinusoïdale ou une fonction en dents de scie.

30 15. Dispositif selon l'une des revendications 13 et 14, caractérisé par le fait que le dispositif est agencé pour détecter la dernière séparation des régions opposées (12a,

12) d'une zone de détection (11) parmi l'ensemble des zones de détection (11), et pour commander alors la diminution de pression appliquée au générateur de pression (20).

5 16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé par le fait qu'il comporte un système de traitement (30) d'informations délivrées par le détecteur d'au moins une zone de détection, notamment un système de traitement agencé pour déterminer, à partir d'une information délivrée par le détecteur (15) d'une zone de détection (11), la pression d'interface entre les deux corps à un instant donné, à l'emplacement de cette zone de détection.

10 17. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que le système de traitement (30) est agencé pour établir une cartographie des pressions d'interface entre les deux corps à un instant donné, et de préférence est agencé pour mettre à jour cette cartographie notamment dès qu'un détecteur (15) change d'état ou à des intervalles de temps prédéfinis.

15 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisé par le fait qu'il est agencé pour limiter le débit de gonflage des zones de détection.

19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, caractérisé par le fait qu'il est agencé pour limiter la quantité de fluide de gonflage des zones de détection.

20 20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 19, caractérisé par le fait qu'il est agencé pour détecter une fuite dans une ou plusieurs zones de détection.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 20, caractérisé par le fait que le système de traitement (30) est agencé pour détecter un point mou.

25 22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 21, caractérisé par le fait que le système de traitement (30) est agencé pour détecter un point dur.

23. Procédé pour mesurer la pression d'interface entre deux corps, caractérisé par le fait qu'il comporte les étapes suivantes :

- placer entre deux surfaces un capteur tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 12,

30 - envoyer un fluide dans les zones de détection du capteur et faire varier la pression à l'intérieur des zones de détection,

- déterminer la pression d'interface entre les deux corps à un instant donné à l'emplacement d'une zone de détection, à partir de l'information délivrée par le détecteur de la zone de détection.

24. Procédé selon la revendication précédente, mis en œuvre pour mesurer la
5 pression d'interface entre deux surfaces de deux corps mous, ou d'un corps mou et d'un corps dur, ou au sein d'un corps mou, notamment entre deux surfaces d'au moins un corps mou choisi dans la liste suivante : partie du corps humain ou corps simulant une telle partie, notamment tête de fœtus, muscles, peau, muqueuses, cavités internes ; entre une
10 partie du corps humain et un élément interagissant avec le corps humain, par exemple un siège, matelas, vêtements, intérieur de casque, tissu ou bas de contention ; pour déterminer la dureté d'un textile, d'un matériau de garnissage, d'un élastomère ; pour déterminer l'état, notamment l'état de maturation de produits agro-alimentaires, notamment légumes ou fruits en déterminant leur dureté.

25. Forceps obstétrical (50) comportant deux cuillers (51, 52) comportant
15 chacune une face intérieure (53), destinée à venir au contact d'une tête d'un fœtus ou d'un corps simulant une telle tête, et une face extérieure (54), caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un capteur (10) tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 12.

26. Forceps selon la revendication précédente, caractérisé par le fait qu'au
20 moins un capteur (10) est disposé sur la face intérieure (53) d'au moins une cuiller (51, 52).

27. Forceps selon l'une des deux revendications immédiatement précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins un capteur (10) est disposé sur la face extérieure (54) d'au moins une cuiller (51, 52).

25 28. Forceps selon l'une quelconque des revendications 25 à 27, caractérisé par le fait que le ou les capteurs (10) comportent une pluralité de zones de détection (11) disposées sur le pourtour de l'une des faces d'au moins une cuiller (51, 52).

29. Forceps selon l'une quelconque des revendications 25 à 28, caractérisé par le fait que les cuillers (51, 52) du forceps sont recouvertes d'au moins une enveloppe
30 souple de protection qui recouvre également les zones de détection du capteur.

30. Siège comportant au moins un capteur (10) tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 12.

31. Siège selon la revendication précédente, caractérisé par le fait qu'il comporte une assise sur laquelle est disposé le ou les capteurs (10).

32. Siège selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que les capteurs (10) sont au nombre de deux, et par le fait que les capteurs comportent une
5 arrivée de fluide commune.

33. Siège selon l'une des revendications 30 à 32, caractérisé par le fait que chaque capteur 10 comporte une pluralité de zones de détection (11) disposées selon les intersections d'une grille.

34. Siège selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que les
10 zones de détection sont regroupées par deux ou trois dans des parties allongées de l'enveloppe (12).

35. Procédé de prévention de la formation d'escarre en position assise, comportant les étapes suivantes :

- placer au moins un capteur tel que défini dans l'une quelconque des
15 revendications 1 à 12 sur une assise d'un siège sur lequel est assis un patient,
- mesurer la pression d'interface entre les fesses du patient et l'assise,
- modifier les points d'appui du patient et/ou changer l'assise ou le siège.

36. Dispositif de serrage ou de préhension, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un capteur (10).

20 37. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une pince.

38. Procédé de serrage ou de préhension comportant les étapes suivantes :

- serrer ou porter un objet à l'aide d'un dispositif de préhension ou de serrage muni d'au moins un capteur tel que défini dans l'une quelconque des
25 revendications 1 à 12,
- mesurer la pression d'interface entre le dispositif de préhension ou de serrage et l'objet.

39. Utilisation d'un capteur tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 12 dans l'un des dispositifs suivants : dispositif anti-escarres, matelas,
30 siège, notamment siège de voiture, vêtement, casque, bas ou tissu de contention, dispositif de préhension ou de serrage par corps mous et/ou de formes irrégulières et/ou de nature fragile, dispositif hydraulique ou pneumatique de soulèvement, ou dans une cavité interne

du corps humain, ou pour mesurer le degré de maturité des produits agro-alimentaires, notamment fruits ou légumes.